



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra textilních strojů

studijní program: B 2341 Strojírenství

obor: 2302R022 Stroje a zařízení

zaměření: Stavba strojů

číslo: KTS – B 007

Studijní rok : 2004/2005

## ANALÝZA NÁHONU PŘÍSTROJE MALOPRŮMĚROVÉHO PLETACÍHO STROJE

Analyzing drive of unit of lower-diameter knitting machine

### Bakalářská práce

Josef Skřivánek

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Jiří Mrázek, Csc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Petr Novotný

Počet stran: 48

Počet příloh: 1

Počet obrázků: 19

Počet výkresů: 9

Počet tabulek : 14

## ZADÁNÍ

Anotace :

Bakalářská práce se zabývá analýzou náhonu přístroje malopřůměrového pletacího stroje ANGE 12.

Jsou představeny druhy dosud používaných pohonů a zhodnoceny způsoby provedení kinematického propojení jehelního válce s přístrojem pletacího stroje. Následuje stanovení namáhání náhonu přístroje pletacího stroje. Jako poslední a nejdůležitější částí, je navržení ovládacího zařízení, které by realizovalo rozpojení unášeče spojky stroje ANGE 12.

Annotation :

Bachelor work deals with analyzing drive of unit of lower-diameter knitting machine ANGE 12.

At first are referred methods of used drives and reviewed methods of design kinematic connection of needle cylinder with unit knitting machine. Work continues with assesment of straining drive knitting machine. Final and most important point of work is to design the control machine. This machine would realize disconnection of tenon of knitting machine ANGE 12.

### **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and consultant.

Date

Signature

## PODĚKOVÁNÍ

Touto formou bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Doc. Ing. Jiřímu Mrázkovi, CSc. za ochotu, trpělivost a velmi cenné rady při řešení mé bakalářské práce.

Také děkuji svému konzultantovi Ing. Petru Novotnému za úsilí vynaložené při návrhu úprav mé bakalářské práce. Ing. Josefu Kopalovi, CSc. za pomoc při měření a poskytování hodnotných rad z oblasti pletacích strojů. Ing. Josefu Kaniokovi, Ph.D. za poskytnutí rad a materiálů ohledně pneumatických prvků.

Na závěr bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu při studiu.

## OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Pletací stroje.....</b>	<b>10</b>
2.1	Historie okrouhlých punčochových strojů.....	10
2.1.1	<i>Punčochové stroje dnes .....</i>	<i>11</i>
2.1.2	<i>Historie jedné z nejvýznamnějších firem textilních strojů v České republice.....</i>	<i>12</i>
2.2	Popis řešení pohonu přístroje pletacích strojů.....	14
2.2.1	<i>Účel přístroje.....</i>	<i>14</i>
2.2.2	<i>Zámky pletacích strojů.....</i>	<i>15</i>
2.3	Popis a problematika jednotlivých druhů převodů .....	17
2.3.1	<i>Popis pohonu přístroje pletacího stroje ANGE 12.....</i>	<i>21</i>
2.3.2	<i>Popis řešení pohonu přístroje na stroji KAS (typ CLARENDON).....</i>	<i>22</i>
2.3.3	<i>Popis řešení pohonu přístroje chráněného patentem firmy UNIPLET Třebíč a.s.....</i>	<i>23</i>
2.3.4	<i>Popis řešení pohonu přístroje chráněného patentem firmy LONATI S.P.A, Monza, ITÁLIE.....</i>	<i>25</i>
<b>3</b>	<b>Malopřůměrový punčochový pletací stroj ANGE 12.2.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>Stanovení namáhání náhonu.....</b>	<b>28</b>
4.1	Měření.....	28
4.1.1	<i>Hodnoty pasivních odporů pro oblast od členu 45 po člen 8 ( viz obr. 2.1).....</i>	<i>30</i>
4.2	Určení parametrů pro výpočet.....	31
4.2.1	<i>Momenty setrvačnosti k ose rotace.....</i>	<i>31</i>
4.2.2	<i>Určení momentů setrvačnosti k jednotlivým pevným osám náhonu.....</i>	<i>32</i>
4.3	Výpočet dynamických momentů.....	32
4.3.1	<i>Výsledky dynamických momentů.....</i>	<i>33</i>
4.4	Výpočet momentů valivého odporu a momentů čepového tření.....	33
4.4.1	<i>Výpočet momentu valivého odporu hřídele 23.....</i>	<i>34</i>
4.4.2	<i>Výpočet momentu valivého odporu a čepového tření hřídele 45.....</i>	<i>35</i>
4.4.3	<i>Výpočet momentu valivého odporu hřídele 6.....</i>	<i>36</i>
4.4.4	<i>Výpočet momentu čepového tření hřídele 78.....</i>	<i>37</i>
4.4.5	<i>Vypočtené hodnoty momentů valivých odporů a momentů čepového tření.....</i>	<i>37</i>
4.4.6	<i>Hodnoty výsledku měřených a vypočtených pasivních momentů .....</i>	<i>38</i>
4.4.7	<i>Hodnoty celkových odporových momentů pro část výklopného.....</i>	<i>38</i>
<b>5</b>	<b>Sledování možností individuálního náhonu přístroje.....</b>	<b>39</b>
5.1	Úvod do problematiky náhonu přístroje.....	39
5.2	Popis funkce spojky a konstrukční úpravy stroje.....	40
5.3	Návrh zařízení.....	41
5.4	Postup montáže doplňkového ovládacího zařízení.....	43

5 4.1	<i>Technické parametry dílů doplňkového zařízení pro objednávku</i> .....	44
5. 5	Pevnostní kontrola ovládací páky.....	45
<b>6</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>48</b>



## 1. Úvod

Náplň bakalářské práce spočívá v rešerši používaných náhonů přístroje pletacího stroje. Dále v rozboru náhonu přístroje maloprůměrového pletacího stroje ANGE 12 od firmy Uniplet Třebíč a.s., stroj je určen pro výrobu ponožkového klasického nebo plyšového zboží s vratnou nebo váčkovou patou, převěšným lemem a vystřihovacími vzory ve všech částech úpletu. Na závěr je navržen ovládacího zařízení pro unašeč spojky stroje ANGE 12.

*Krátce k pletacím strojům:*

Pletací stroje mají charakteristickou technologii provázání nití, pro vznik textilní látky, která se nazývá pletenina.

Nitě jsou vzájemně spojeny pomocí zátažných či osnovních vazeb nebo kliček, smyček, oček a pod. Pletařská technika je zastoupena v oblastech oděvního, bytového, technického a speciálního textilu, kde se používá široká škála přírodních a chemických vláken.

V současné době elektronika již definitivně pronikla i do konstrukce maloprůměrových pletacích strojů, kde nahradila konstrukčně složité mechanismy. Tyto mechanismy jsou nahrazovány elektromechanickými převodníky se snadným a přesným řízením. Výhody elektroniky jsou prokazatelné, u těchto strojů můžeme hovořit o určitém snížení nákladů, snadná změna vzorků umožňující rychlejší reakci na módní trendy, snížení podílu živé práce a mnoho dalších prvků, které umožňují uplatnění výrobců v tomto oboru a konkurence schopnosti.

## 2. Pletací stroje

### 2.1. Historie okrouhlých punčochových strojů

Počátky pletení byly zaznamenány teprve na začátku našeho letopočtu. V Evropě se první pletené výrobky objevily až ve 13. století, ve Španělsku. Pozvolný vývoj řemeslné výroby a vznik cechů v Německu a ve Francii se datuje až do let 16. a 17. století. Historie pletařství je úzce spojena se jménem Williama Leeho, vynálezce ručního zátažného stávků (1589), který urychlil pletařskou výrobu téměř desetinásobně. V roce 1697 byla při oseckém klášteře založena první pletárna – punčochárna. Teprve v 19. století nastal velký rozmach pletařské výroby, byly totiž vynalezeny všechny principy pletacích strojů.

Teprve v letech 1850 až 1860 vznikl první okrouhlý pletací stroj. Není ale jasné, kdo tento stroj vyrobil. Vyráběla se na něm dutá pletená hadice, která se používala na výrobu stříhaného punčochového zboží. K těmto válcovitým hadicím, které se používaly na lýtko, se později připlétaly ručně paty a špičky.

Vynález Američana McHaryho umožnil mechanické pletení paty a špičky. Roku 1860 mu byl za tento vynález udělen saský patent. Tento stroj tvořil očka tak, jako při osnovním pletení. Pokud se jehly otáčely jedním směrem, pletla se válcovitá pletenina a za jednu otáčku se vytvořilo osm řádků oček, protože stroj pracoval současně s osmi nitěmi. Když se jehelní válec netočil úplně, ale jen o polovinu nebo ještě menší část otáčky střídavě doleva a doprava, pletl stroj na jedné straně hadice pleteninu takového tvaru, která se po určité úpravě mohla použít jako pata nebo špička.

Ale stroje McHaryho brzy překonal vynález D. Bickforda z roku 1869, který pracoval s jednotlivě pohyblivými jazýčkovými jehlami, které byly uloženy ve svislých drážkách jehelního válce.

Zdokonalení však netrvalo dlouho. Už v roce 1879 obsahoval Griswoldemův stroj válec s jehlami, plášť s jehelními zámky, unašeč zámkového pláště s vodičem, hnací mechanismus, stojan stroje se zařízením na vedení nitě a dokonce i přístroj, který se používal při pletení lemů pletených jako oboulicní pletenina 1:1.

Mechanizace a automatizace výrobního procesu na sebe nenechala dlouho čekat. Prvním cílem vynálezců bylo vypracování samočinného odtahu pleteniny, nastavení zámků, ujímání rozšiřování a změny hustoty. V důsledku tohoto zdokonalení tak vznikly samočinně pracující stroje vybaveny počítačím a řídicím zařízením,

automatickým přestavením pohybu z rotačního na vratný ve špici a patě, zapínáním zesilovacích nití a přestavováním zámků. Tato zlepšení vedla ve výrobě pletacích strojů k moderním punčochovým automatům.

### **2. 1. 1. Punčochové stroje dnes**

Okrouhlé maloprůměrové pletací stroje jsou určeny pro výrobu punčochového a ponožkového zboží. Podle počtu jehelních lůžek (jehelních válců) se rozdělují na jednoválcové a dvouválcové pletací stroje. Počet jehel na jeden anglický palec určuje dělení pletacího stroje. Například pro výrobu jemných dámských punčoch je určen jednoválcový pletací stroj, u něhož jehelní válec o průměru 4" (4 palce  $\approx 101,6$  mm) obsahuje 400 jehel. Tomu odpovídá dělení 32 E. Pro výrobu ponožkového zboží se používají stroje jednoválcové a dvouválcové o průměru jehelního válce 2 a  $\frac{3}{4}$ " až 5".

V současné době jsou maloprůměrové pletací stroje v podstatě plně zautomatizovány. Většina funkcí je řízena elektronickou cestou, případně pneumaticky. Zvýšil se počet systémů tvořících očko. Počet systémů se ustálil na čtyřech. Existují i stroje s vyšším počtem systémů (šest či osm), ale dá se říct, že v současných možnostech je maximem 8 systémů pro použití stroje v běžných provozních podmínkách. Zvyšování počtu systémů je nevýhodné zejména z provozního hlediska, protože rovnoměrnost pleteniny závisí na přesném seřízení zatahovacích zámků, a rovněž z konstrukčního hlediska je zvyšování počtu systémů obtížné. Protože se cesta zvyšování počtu systémů maloprůměrových strojů jeví již jako nevýhodná, je možno zvyšovat produkci okrouhlých punčochových strojů zvyšováním frekvence otáčení a účinnosti, tzn. procento využití stroje.

V praxi to znamená, že jedna uspořádaná vteřina během výroby jedné ponožky, kterou uplést trvá 3 minuty a v osmihodinové pracovní době, odpovídá zvýšení produkce o 960 ponožek za rok na jeden stroj a to je jistě nezanedbatelná hodnota. Rychlost a výkon maloprůměrových pletacích strojů však nelze zvyšovat neomezeně.

U stávajících způsobů pohybu jehel, odvozeném od zámkových drah, je při zvýšených rychlostech nutné také zvýšit rychlost přestavování jednotlivých zámků. Rychlost maloprůměrových pletacích strojů však nelze zvyšovat neomezeně. Pochopitelně existuje určitá hranice. Ta je určena jednak momentálními technickými možnostmi a jednak také kvalitou výrobků. Nelze zapomínat, že při vyšších rychlostech

je vyšší nebezpečí toho, že může častěji docházet k poruchám, nepřesnostem, nerovnoměrnostem a chybám v pletenině.

V současných pletacích systémech se využívá skupinové volby jehel. Jehly jsou rozřazovány do jednotlivých poloh pomocí zámků. Pro široké množství požadovaných tvarů a vzorů pletenin je nejideálnější žakárová volba jehel. Ta se stala dnešním trendem. Dnes již ve světě existuje několik strojů, které skupinovou volbu jehel uplatňují. Zatím se však tuto technologii ještě nepodařilo zcela zvládnout, proto výroba těchto strojů je značně náročná a drahá.

Pochopitelně existuje určitá hranice. Ta je určena jednak momentálními technickými možnostmi a jednak také kvalitou výrobků. Nelze zapomínat, že při vyšších rychlostech, může častěji docházet k poruchám, nepřesnostem, nerovnoměrnostem a chybám v pletenině. Je tedy nutno najít určitou hranici výkonu, při které stroj pracuje s přípustným počtem chyb a odpovídající kvalitě pleteniny.

## **2. 1. 2. Historie jedné z nejvýznamnějších firem textilních strojů v České republice**

Zatímco první ponožkové a punčochové stroje v České republice byly vyrobeny ve 30. letech 20. století, vlastní historie společnosti Uniplet začíná až v roce 1949.

V tomto roce začala výroba prvních malopřůměrových pletacích strojů v Třebíči - Borovině ve společnosti původně nazývané ZGK ( Závody Gustava Klimenta ). V roce 1953 byla postavena nová továrna a společnost byla přejmenována na ZMS ( Západoslovanské strojírny ). Od roku 1964 výrobní haly byly vybudovány ve stejných místech, kde se Uniplet nachází v současné době. V novém výrobním závodě začala společnost ZMS okamžitě s výrobou dvouválcových pletacích strojů.

V následujících letech vzniklo v ZMS mnoho úspěšných výrobních řad strojů, jejichž vývoj aktuálně reagoval na technologické změny ve výrobě přízí. Mezi nejvýznamnější patřili stroje jako je například J4Dh, R-850, Sabina, D3Vc, Dera B, Ange 2U a Ange 3B. V polovině 70. let byla registrována značka UNIPLET jako ochranná známka a díky rostoucímu exportu se brzy stala velmi známou po celém světě.

V roce 1976 vznikla společnost Elitex - koncern textilního průmyslu v bývalém Československu, do kterého Uniplet patřil až do roku 1990. V tomto období se zařadil Uniplet mezi 5 nejvýznamnějších výrobců ponožkových a punčochových strojů na

světě. 80. léta byla pro Uniplet dalším úspěšným obdobím. Byly vyvinuty nové řady maloprůměrových pletacích strojů: DERA, NOVA, LUCIA, SABINA a EDIS. Představením nových typů ANGE 4 a později ANGE 5 (jednoválcových šestisystémových strojů) začaly stroje řady ANGE výrazně ovlivňovat další vývoj světového pletařského průmyslu.

90. léta otvírají novou kapitolu v historii společnosti Uniplet. Díky politickým změnám bylo možné v roce 1991 založit samostatnou společnost a to pod jménem UNIPLET Třebíč a.s. Transformace státního podniku na soukromou společnost nebyla jednoduchá a v přechodném období byla provázena značnou nestabilitou výrobního závodu. V roce 1999 se Uniplet stal členem skupiny TRUSTFIN. Pod vedením společnosti Trustfin došlo k výrazné restrukturalizaci podniku, která vedla ke snížení nákladů na výrobu, reorganizaci výzkumné a vývojové základny a obnovení pravidelné výroby. Vliv těchto změn se pozitivně projevil již v roce 2000.

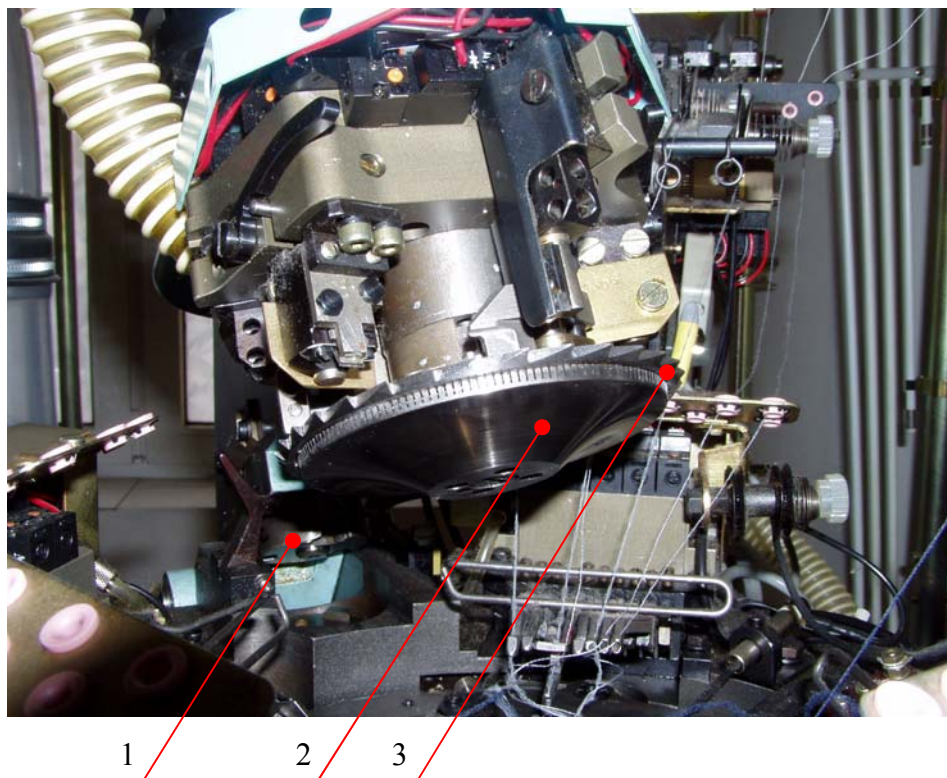
V současné době se Uniplet podílí 5% výroby maloprůměrových pletacích strojů ve světě. Tuto skutečnost potvrzuje i to, že jako jeden pouze ze tří nabízí úplnou řadu pletacích strojů (jednoválcových, dvouválcových, seamlessových). Stroje značky Uniplet využívají nejmodernější technologie a nabízejí širokou škálu pletařských možností. Nejnovější řady strojů: ANGE (jednoválcové), DERA (dvouválcové) a EDIS (seamlessové) patří ke světové špičce a přinášejí vysokou kvalitu, vysoký výkon a vysokou užitnou hodnotu.

## 2. 2. Popis řešení pohonu přístroje pletacích strojů

### 2. 2. 1. Účel přístroje

přístroj u pletacích strojů může mít 2 funkce:

- a) pletení při výrobě oboulící pleteniny
- b) funkce pro převěšení lemu, eventuálně pro uzavření špičky



**Obr. 1 Výklopné rameno stroje ANGE 12**

Pozice : 1 – Unašec

2 – Přístroj pletacího stroje

3 – Stříhací kotouč

Přístroj je otáčivý disk s navěšovacími platinami, které jsou uloženy v radiálních drážkách. Navěšovací platiny jsou ovládány pomocí pevných zámků. Pohon přístroje pletacího stroje je realizován soustavou ozubených kol a hřídelí, které zajišťují nejen pohon přístroje, ale i jeho správné nastavení vůči pohybu jehelního válce. Pro správnou funkci stroje, respektive přesné nastavení přístroje pletacího stroje vůči

jehelnímu válci, je nutné dodržet tyto konstrukční podmínky pro uložení přístroje. Uložení přístroje pletacího stroje musíme zajistit souosost s jehelním válcem, předepsaná maximální vůle u náhonu je cca 0,05 mm. Při demontáži a následovné montáži některých částí náhonu jehelního válce či přístroje pletacího stroje, se musí striktně dodržet přesné opětovné usazení přístroje vůči jehelnímu válci.

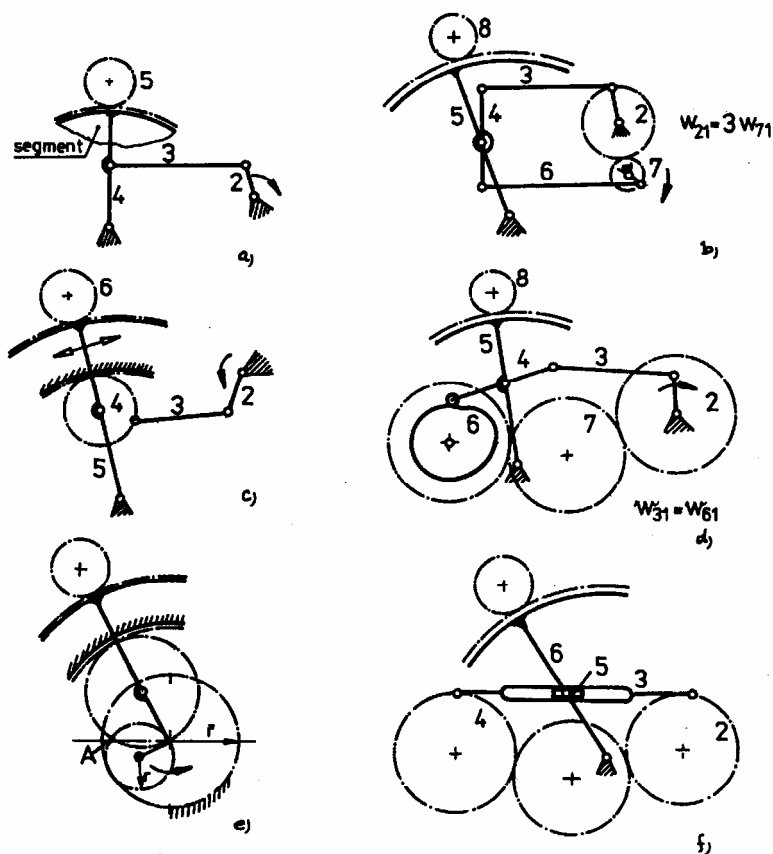
### **2. 2. 2. Zámky pletacích strojů:**

Pro pohyb jehel plochých a okrouhlých pletacích strojů, které jsou většinou osazovány jazýčkovými jehlami slouží zámky. Rozeznáváme zámky ovládající jazýčkové jehly a zámky ovládající platiny, umístěné pod jehlami. Zámky tvoří ploché klíny, které jehlu za jejich kolínka přesouvají mezi otevírací a uzavírací polohou nebo zařazují do činnosti či mimo činnost frontu pletení.

Pro výše uvedené funkce pracuje přístroj, resp. zámky přístroje, jen během několika otáček. Platiny provedou záchyt a po upletení např. lemu zajistí převěšení. Během této činnosti musí navěšovací platiny držet příslušnou polohu vůči válcovým jehlám. Při nezajištění přesně dané polohy dochází ve většině případech k deformaci a poruše jehel a navěšovacích platin a toto vede ke skluzu v pracovním procesu, kvůli znovu zprovoznění a seřízení stroje, výměně porušených částí a tímto vším se zapříčiní zvýšení ekonomických nákladů.

Kinematický řetězec, který nám zjišťuje pohyb mezi jehelním válcem a přístrojem pletacího stroje, musí dále zajistit odklápění ramene, na kterém je přístroj z důvodu snadného přístupu k jehelnímu válci. Během jednosměrného otáčení válce se plete lem, lýtko, chodidlo a nápletek. Při pletení vratné paty a špičky je však nutno stroj přeradit na vratný chod, při kterém stroj pracuje na snížené otáčky.

Při otáčení o dalších 180° se plete pata, dalších 90° stroj brzdí a totéž se děje na opačnou stranu. Reverzní otáčení válce umožňuje motor s rotorem složeným s permanentních magnetů, který je ovládán pomocí řídicí jednotky. V minulosti byl zpětný chod realizován mechanicky, ukázky schémat pro pletení vratné paty v minulosti viz. obr. 2



Obr. 2 Mechanická schémata řešení pro pletení vratné paty

#### Názvy jednotlivých mechanismů :

- a) *klikový mechanismus*
- b) *dvojklikový mechanismus*
- c) *mechanismu firmy MARCIO-ITALIE*
- d) *vícečlenný kloubový mechanismus s vačkou*
- e) *planetový mechanismus*
- f) *kulisový mechanismus firmy UNIPLET Třebíč*

V předchozím textu je uvedeno, že přístroj pletacího stroje se otáčí jen několik otáček během výroby jednoho kusu např. ponožky, na přístroji pletacího stroje je však pevně usazen stříhací kotouč (pilka), která nám zajišťuje přestřížení konců zaváděných a vyváděných nití. Jelikož je stříhací kotouč spojen s přístrojem, tak se otáčí neustále při běhu stroje ( při otáčení jehelního válce s přístrojem pletacího stroje ). Přístroj



pletacího stroje je potřeba jen pro výrobu paty a špice (u ponožky), ale stříhací kotouč musí pracovat téměř stále.

Ideální stav by nastal tehdy, kdyby bylo možné točit jen se stříhacím kotoučem, když by se rozpojila spojka v kinematickém řetězci a současně (v okamžiku) s rozpojením spojky by se začal otáčet stříhací kotouč nezávislý na pohybu přístroje pletacího stroje.

Již bylo uvedeno, že pohyb přístroje pletacího stroje je pevně vázán na pohyb jehelního válce. Pro realizaci současného pohybu těchto dvou členů se dají použít různé varianty převodů. Tyto varianty jednotlivých převodů jsou použity v následujících popisech patentů pohonu přístroje pletacích strojů.

### 2.3. Popis a problematika jednotlivých druhů převodů převodů:

*Varianty převodů :*

- a) ozubenými koly
- b) řemeny
- c) samostatnými pohonnými jednotkami
- d) kombinace předchozích variant

#### **a) ozubená kola**

Převod ozubenými koly představuje nejvýznamnější a nejrozšířenější druh převodových mechanismů pracujících na principu záběru (přenos sil tlakem) s bezprostředním dotykem spolu zabírajících členů. Budou se brát v úvahu kola s evolventní profilovou křivkou s přímými zuby, u těchto kol není tak složité vymezování vůle jako u kol se šikmými zuby a kol kuželových. Tyto kola lze uložit v malém rozmezí na libovolnou osovou vzdálenost  $a_w$ , podobně jako dvojice evolventních profilů. Přímka záběru zaujme polohu společné vnitřní tečny k základním kružnicím pod úhlem záběru  $\alpha_w$  a rozdělí osovou vzdálenost  $a_w$  na úseky, odpovídající poloměrům valivých kružnic  $r_{w1}$  a  $r_{w2}$ . Mezi nečinnými boky zubů se nastaví větší či menší boční vůle pro správný chod a záběr činných boků, převodový poměr  $i$  (= konstanta) však zůstane zachován. Z mnoha osových vzdáleností  $o_{x0}$  je u každého soukolí významná ta, při níž boční vůle v ozubení vymizí. Skutečné soukolí je nutno vyrobit s určitou boční vůlí, odpovídající velikosti kol, přesnosti výroby a tuhosti

uložení. Boční vůle je nezbytná pro vytvoření souvislé vrstvy maziva na bocích zubů a pro překlenutí výrobních nepřesností, deformací a tepelných dilatací jednotlivých členů mechanismu. Dále boční vůle ještě lze vymezit pomocí tzv. dělených kol. Dále z hlediska zatěžování soukolí dynamickými silami, které vznikají v soustrojí mimo oblast ozubeného převodu a jejich příčinou jsou nejčastěji náhlé změny momentu  $M_t$  ze strany motoru (např. při rozběhu soustrojí při přetížení pracovního stroje apod.). Velikost těchto sil závisí na rychlosti změny momentu  $M_t$ , na hmotnosti, momentech setrvačnosti pohyblivých členů mechanismu a na tuhostech jednotlivých částí. Změnou materiálu např. z ocele na nezelezný kov či plast můžeme snížit hmotnost a moment setrvačnosti. Tím by se snížily celkové dynamické síly na celou soustavu. Ale změna materiálu s sebou nese určitá rizika; obtížná přesnost při výrobě plastových kol, plast má několikanásobnou teplotní roztažnost než ocel; boky zubů se nedají brousit. Kola z nezelezných kovů mají vysoké pořizovací náklady, jelikož nezelezné kovy jsou obecně dražší než ocel.

#### **Výhody ozubených mechanismů:**

- relativně malé rozměry a kompaktnost
- dobrá mechanická činnost
- přesnost dodržení převodových poměrů
- schopnost přenosu velkých výkonů při obvodových rychlostech až  $150 \text{ m.s}^{-1}$
- schopnost dosažení vysokých převodových poměrů
- poměrně malá náročnost na údržbu
- krátkodobá přetížitelnost

#### **Nevýhody ozubených mechanismů:**

- složitější a dražší výroba
- hluk a chvění
- tuhá vazba členů, neumožňující tlumení rázů a dynamické zatížení
- neumožňují dosažení libovolného převodového poměru (počet zubů musí být celé číslo)

## **b) řemeny**

Řemenové převody slouží pro přesnost menších a středních, výjimečně velkých výkonů na velké, malé vzdálenosti, zpravidla mezi rovnoběžnými hřídeli.

V tomto případě se musí ze široké škály typů řemenů použít řemen ozubený, kvůli zabránění prokluzu, který by mohl vzniknout při použití řemene bez ozubení. Řemen ozubený nám zajišťuje tzv. tvarový styk, kdežto ostatní řemeny zajišťují tzv. silový styk (přenos momentu pomocí třecích sil).

### **Výhody řemenových převodů:**

- přípustná poměrně velká obvodová rychlost
- pružný záběr a nehluký chod ( řemen svou pružností vyrovnává rázy, vznikající při kolísavém zatížení, při zapínání a vypínání převodu a při změně obvodové rychlosti)
- schopnost tlumit kmitání a chvění
- nevyžadují přesnou výrobu a montáž
- vykazují nepatrné opotřebení řemenic
- snadná údržba a levný provoz

### **Nevýhody řemenových převodů:**

- nutnost předpětí řemenu, které způsobuje zvýšené namáhání hřídele ohybem a velké zatížení ložisek, u ozubených řemenů toto neplatí tudíž namáhání ložisek a hřídelí je nízké(výhoda)
- citlivost na teplotu, vlhkost a chemické účinky prostředí
- opotřebení na bocích zubů

Materiál ozubených řemenů je pryž (vysoká ohebnost). Lze je vyrobit v různých šířkách a délkách. Jsou vyztuženy tkanými ocelovými drátky při nižších zatížení polyamidové provázky. Ozubení se vyrábí na spodní (užší) části, a to za účelem snazšího deformování při ohýbání řemenu na řemenici malého průměru a pro dosažení stálého převodového poměru, tento řemen může pracovat až do otáček  $n \leq 10\,000\text{ min}^{-1}$  při převodovém poměru  $i < 30$ .

### **c) samostatnými pohonnými jednotkami**

Při použití samostatných pohonných jednotek, tj. motorů na střídavý elektrický proud. To znamená samostatná pohonná jednotka pro jehelní válec a pro přístroj pletacího stroje také. Zde možno využít pohonu přístroje v době nutné pro výrobu výrobku. V tomto případě se musí zajistit řízení těchto pohonných jednotek takové, aby splnilo dané požadované parametry rozdílu natočení jehelního válce vůči přístroji. Pro pohon jehelního válce se můžou použít výše uvedené varianty. V případě uložení osy hřídele motoru souose s osou jehelního válce, se musí použít pro odběr výrobků duté hřídele motoru. Toto řešení je značně ekonomicky náročnější, ale do budoucna se zdá jako jednou možných cest pokroku.

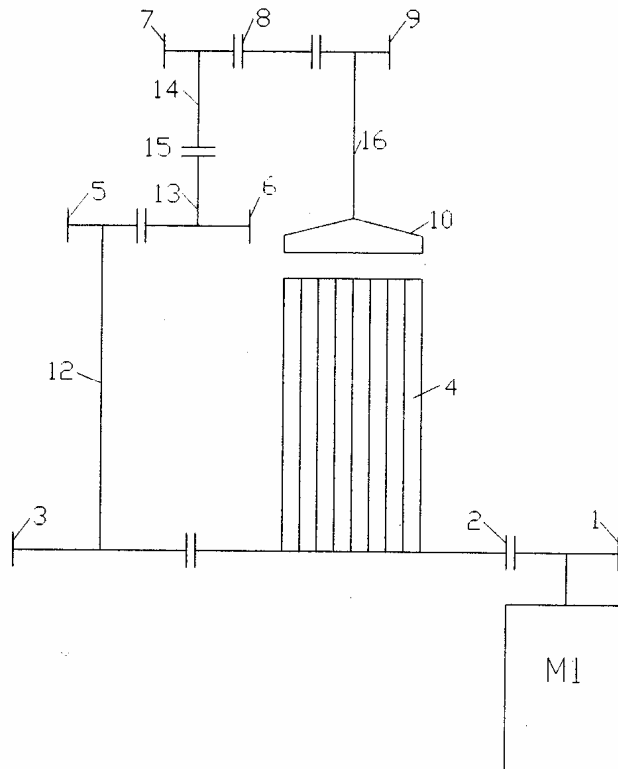
### **d) kombinace předchozích variant**

Při hledání nejefektivnějšího způsobu pohonu jehelního válce s přístrojem pletacího stroje, přicházejí v úvahu různé kombinace převodů, např. ozubená kola s ozubenými řemeny.

### 2. 3. 1. Popis pohonu přístroje pletacího stroje ANGE 12

Na obrázku 3 je znázorněno schéma pohonu přístroje pletacího stroje. Pohyb přístroje je odvozen od pohybu jehelního válce 4, který je poháněn od elektromotoru M1 ozubeným soukolím 1-2. Nad jehelním válcem 4 je otočně uložen přístrojový talíř 10, který je poháněn pomocí ozubených soukolí 2-3, 5-6 a 7-8-9, hřídelí 12, 13, 14 a 16 a spojku 15.

Hlavní pohyb pletacího stroje je realizován speciálním bezkartáčovým střídavým servomotorem M1, pastorkem 1 a ozubeným věncem 2, který je součástí jehelního válce 4. Náhon přístroje začíná převodem 2:1 z ozubeného věnce 2 na dělené kolo 3, které je takto vyrobeno kvůli vymezení vůlí. Dále pak pokračuje hřídelí 12 na korigované soukolí 5-6 s převodem 1:2, které je opět kvůli vymezení vůlí vyrobeno a uloženo tak, že lze měnit osovou vzdálenost. Převod 1:2 zajistí shodnou rychlost otáčení přístroje 10 a jehelního válce 4. Hřídele 13 a 14 jsou spojeny spojkou 15. Ta musí zajistit opětovné přesné sesazení do příslušné polohy po odklopení přístroje 10 a zbytku náhonu za touto spojkou.



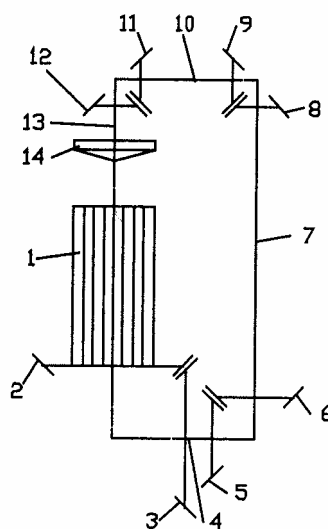
Obr. 3 Schéma pohonu pletacího stroje ANGE 12

Poslední soukolí 7-8-9 má převod 1:1 a je realizováno broušenými kalenými ozubenými koly. Vůle v těchto kolech je dána přesností výroby a nesmí být větší než  $\pm 0,05$  mm.

### 2. 3. 2. Popis řešení pohonu přístroje na stroji KAS ( typ CLARENDON )

Na obrázku 4 je schéma převodu pohybu jehelního válce 1 a přístroje 13 z hlavního hřídele stroje. Kuželové kolo, upevněné na konci hřídele 4, uvádí do pohybu vodorovné kuželové kolo 2, na kterém je uložen jehelní válec 1. Kuželové ozubené kolo 5, upevněné na ozubeném kole 3, přenáší pohyb na přístroj 14 pomocí kuželových ozubených kol 6, 8, 9, 11, 12 a hřídelí 7, 10 a 13. Svislý hřídel 7 má kloubový spoj, který umožňuje otevírání vodičového kruhu s přístrojem tak, aby se přitom nepřerušilo spojení kuželových ozubených kol 8 a 9.

Tento způsob je však dnes již v podstatě historii a namísto kol kuželových se používají



**Obr. 4 Schéma pohonu stroje CLARENDON**

kola s přímými zuby ve kterých lze snadněji vymezovat boční vůli.

### **2. 3. 3. Popis řešení pohonu přístroje chráněného patentem firmy UNIPLET Třebíč a. s.**

Řešení se týká pohonného zařízení jednoválcového okrouhlého pletacího stroje pro výrobu punčochového zboží, který je opatřen dvěma motory pro pohon jehelního válce a přístrojového talíře se stříhací pilkou. Jeden motor je napojen na jehelní válec a druhý na přístrojový talíř. Elektricky jsou oba motory zapojeny paralelně, přičemž do vedení k motoru pro pohon přístrojového talíře je zařazen spínač ovládaný od řídicího zařízení stroje, který připojuje do funkce druhý motor pohánějící přístrojový talíř pouze na dobu, kdy je v činnosti.

Jsou známy jednoválcové punčochové okrouhlé pletací stroje, kde náhon přístrojového talíře je odvozen od jehelního válce, přičemž v tomto náhonu je zařazena spojka, která slouží pro vypínání a zapínání náhonu přístrojového talíře. Nevýhodou tohoto zařízení je to, že je nutné pro ovládání spojky snížit záměnové otáčky stroje.

Dále jsou známy jednoválcové punčochové okrouhlé pletací stroje se dvěma motory, kde jeden motor pohání přístrojový talíř a jehelní válec a druhý pouze jehelní válec, přičemž spolu jsou spojeny přes volnoběžnou spojku. Toto zařízení není vázáno při své funkci na nízké otáčky záměn stroje, avšak pro použití vícenásobných otáček podle programu stroje nelze toto zařízení použít, neboť nelze oba motory resp. jejich možnosti otáček použít pro stejné pracovní režimy stroje.

Úkolem vynálezu je odstranit uvedené nevýhody, což je v podstatě řešeno tím, že jeden motor je napojen pouze na jehelní válec a druhý motor pouze na přístrojový talíř. Elektricky jsou oba motory zapojeny paralelně, přičemž do vedení k druhému motoru je zařazen spínač zapojený na řídicí zařízení stroje.

Výhodou vynálezu je ta skutečnost, že lze použít pro pohon stroje vícenásobných otáček pomocí motoru ovládaného frekvenčním měničem otáček, a to bez mechanického zajišťování, např. výměnou řemenic, synchronizace otáčení jehelního válce a přístrojového talíře.

Zařízení podle vynálezu je v příkladném provedení znázorněno na obrázku 5, kde je zde schematicky naznačen pohon jehelního válce a přístrojového talíře. Známý jednoválcový okrouhlý pletací stroj pro výrobu punčochového zboží je opatřen jehelním

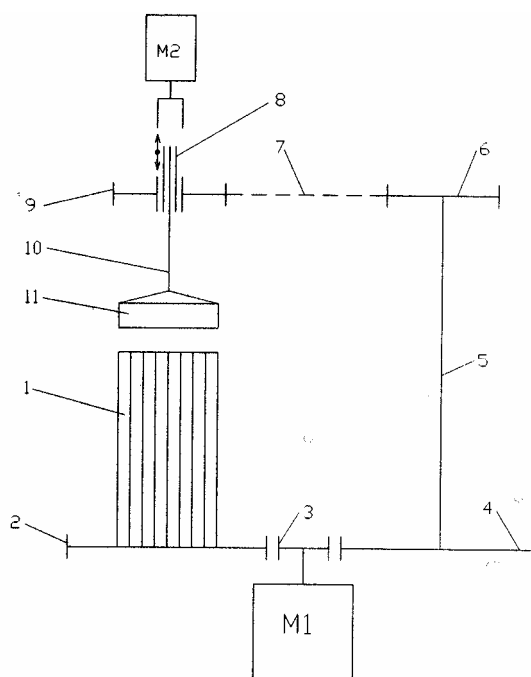
The schematic diagram illustrates a mechanical system designed for vibration isolation. It features two main vertical supports, labeled M1 and M2, which serve as the base. A horizontal beam, labeled 2, is positioned above M1, and another horizontal beam, labeled 7, is positioned above M2. These beams are connected by a central vertical rod, labeled 10. The rod 10 is supported by a series of components: a top plate, labeled 12, which is connected to a spring, labeled 6, via a vertical link, labeled 14. The spring 6 is further connected to a lower plate, labeled 13, which is supported by a series of vertical links, labeled 3 and 9. The entire assembly is shown in a cross-sectional view, highlighting the structural elements and their connections.

Dále nad jehelním válcem 1 je otočně uložen přístrojový talíř 6 se stříhací pilkou a je poháněn od elektromotoru M2 mechanickým převodem zahrnujícím řemenice 7, 8, řemen 9, hřídel 10, řemenice 11, 12, řemen 13 a hřídel 14. Stroj je opatřen měničem 15, např. frekvenčním, který je napojen svorkou na svorku výkonové sítě. Výstupní svorka měniče je spojena se svorkou spínače. Druhá svorka je spojena s druhým motorem M2, takže oba motory jsou zapojeny paralelně.



## 2. 3. 4 Popis řešení pohonu přístroje chráněného patentem firmy LONATI S.P.A, Monza, ITÁLIE

Na obrázku 6 je pohon přístroje pletacího stroje, ten je odvozen do pohybu jehelního válce 1, který je poháněn od elektromotoru M1 mechanickým převodem 2-3,



**Obr. 6 Pohon Stroje firmy LONATI S.P.A.**

Nad jehelním válcem 1 je otočně uložen talíř přístroje 11, který je poháněn pomocí mechanického převodu 3-4 a ozubenými řemenicemi 6 a 9 spojené řemenem 7. Řemenice 9 je s hřídelí 10 spojena spojkou 8, která je posuvně uložena na drážkovém hřídeli 10.

Spojka 8 má dvě polohy. V první poloze zajišťuje otáčky přístroje synchronní s otáčkami jehelního válce. V druhé poloze se spojka uvolní hřídel 10 od hřídele 6 a přístroj je potom poháněn motorem M2, který umožní pohánět přístroje rychlostí jinou než je rychlost jehelního válce. To umožňuje regulaci délky zadní části odřezávaných nití pilkou, která je rovněž součástí přístroje. Dále je také možno zastavit přístroj ve chvílích, kdy není v činnosti, tj. například v oblasti pletení vratné paty. Návrat přístroje do otáček synchronních s otáčkami jehelního válce je zajištěn pomocí jediného ozubu a k němu příslušně vytvarovaného sedla.

### 3. Maloprůměrový punčochový pletací stroj ANGE 12.2

ANGE 12.2 je bezbubnový maloprůměrový jednoválcový plně elektronický čtyřsystémový pletací stroj s jedním dalším pomocným systémem pro výrobu ponožkového zboží. Tento stroj je vybavený elektropneumatickým ovládáním zámkové soustavy, víka platinového věnce, vodičů nití a přístrojových zámků, pohonem stroje bezkartáčovým střídavým synchronním servomotorem, podáváním gumy s krokovými motory, elektromagnetickou páčkovou volbou jehel, elektronickým řídicím systémem.

#### Charakteristika zboží:

Ponožkové zboží ve vazbě hladké, 1/2 plyšové, plyšové, 1/2 sandwičové, chytové, odhozená lícni nit. Vystříhované vzory až 4 barvy v řádku + základ, celkem 12 barev v úpletu. Vratná pata a špice klasická nebo "Y" je pletena jedním systémem v hladké, plyšové nebo sandwičové vazbě s možností použití až 3 barev. Další variantou paty a špice je váčkový nebo tubulární styl.

#### Základ stroje:

- čtyři pracovní systémy (8+5+7+5) a pátý přídavný systém pro zvýšení barevného efektu v řádku ( 3 vodiče)
- elektronický řídicí systém pro řízení hlavních funkcí stroje, indikaci poruch a statistické vyhodnocení provozu
- pohon stroje brushless motorem
- elektromagnetická páčková volba jehel pro vzorování, šest vzorovacích jednotek
- elektropneumatické ovládání vodičů příze a víka platinového kruhu
- krokové motory pro ovládání podávání gumy a hustot
- zařízení pro ovládání hustoty v každé fázi pletení pomocí
- krokového motoru
- elektronická pata pletená bez vyhazovačů a snímačů
- přístrojový talíř
- zařízení pro zpracování spandexu ve čtyřech systémech
- pneumatický odtah s filtry pro zachycení odstřížků
- centrální automatické mazání jehelního válce a víka platinového kruhu

- programovatelné hlídání pohybu všech nití BRSR – 25 ks
- zařízení pro hlídání a signalizaci všech funkčních skupin

**Technické parametry :**

Průměr jehelního válce: 3 3/4“ (95mm)

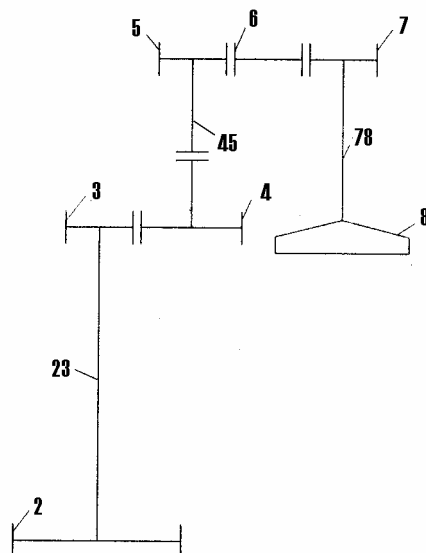
Dělení základních typů: 14E

Počet jehel základních typů: 168

## 4. Stanovení namáhání náhonu

### Způsob řešení

Řešení spočívá v určení odporového momentu, působícího proti hnacímu momentu motoru. Nastávají dvě situace, ve kterých je tento moment největší.



Obr. 7 Schéma náhonu přístroje

#### 1) Rozběh soukolí

Při rozběhu náhonu, se odporový moment, působící proti hnacímu momentu motoru, skládá z momentů dynamických a momentů pasivních.

#### 2) Běh soukolí se zařazenými zámky

Při běhu soukolí se zařazenými zámky, se odporový moment, působící proti hnacímu momentu motoru, skládá z momentu vyvozeného zařazenými zámky a momentů pasivních.

Pozn.: Při rozběhu náhonu nemohou být zámky zařazeny, kvůli snaze co nejmenšího zatížení motoru při rozběhu.

### 4.1 Měření

Úkol měření :

Úkolem měření bylo zjistit pasivní momenty na náhonu maloprůměrového pletacího stroje.

Postup měření :

K hřídeli přístroje pletacího stroje bylo připojeno rameno, na které působila konstantní síla a proměnnou byla vzdálenost působíště síly na rameni od osy rotace hřídele. Po dosazení do vztahu ( 4. 1 ), dostáváme pasivní momenty v jednotlivých stavech (viz.tab.1) .

Obecný tvar rovnice pro výpočet pasivního momentu

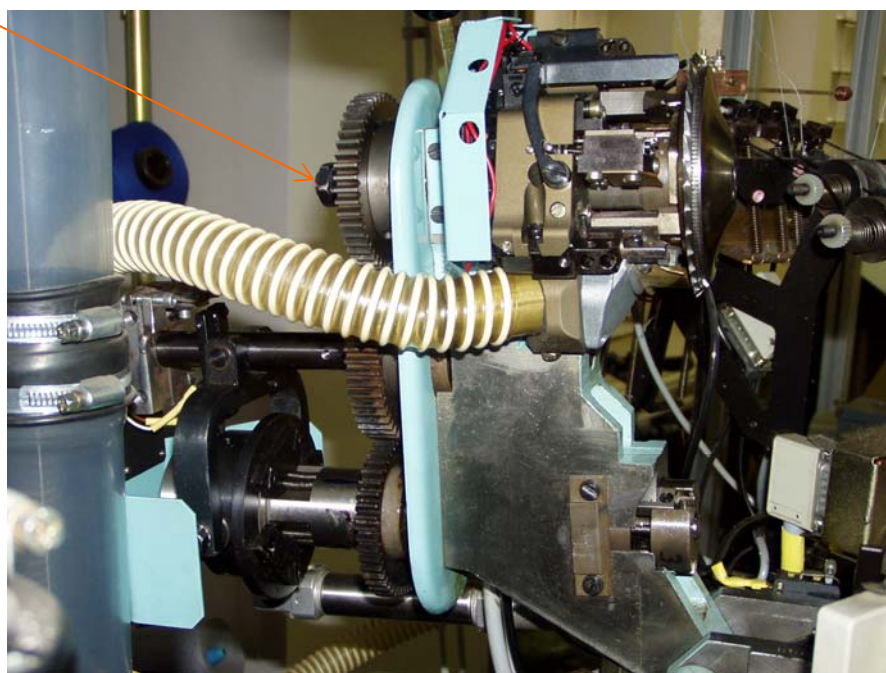
$$M_{P(x)} = F_r \cdot r(x) \quad ( 4. 1 )$$

kde :  $M_{P(x)}$  .....je pasivní moment v jednotlivých stavech zámků

$F_r$ .....je konstantní síla působící na rameno

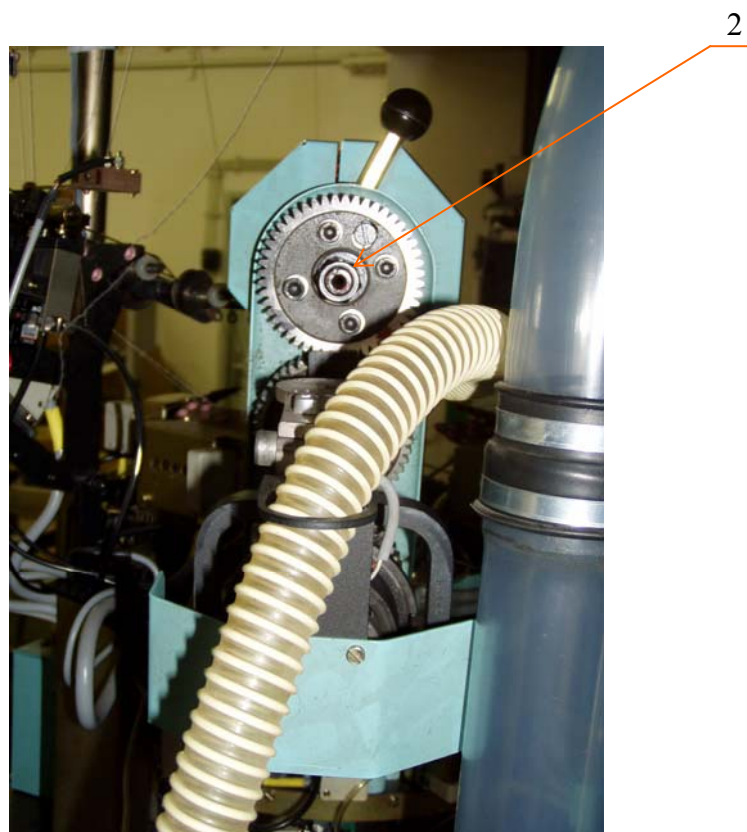
$r(x)$ .....je vzdálenost působíště síly od osy rotace přístrojového hřídele

1



**Obr. 8 Výklopné rameno stroje ANGE 12, pohled 1**

Pozice: 1 – místo pro připojení ramene, boční pohled



**Obr. 9 Výklopné rameno stroje ANGE 12, pohled 2**

2 – místo pro připojení ramene, čelní pohled

Pozn.: Rameno bylo zhotoveno z pásu silného plechu, s otvorem pro nasunutí na hřídel přístroje pletacího stroje a bylo vloženo mezi dvojici matic na tomto hřídeli ( viz.obr. 8 ; 9 ).

V tomto případě bylo možné pasivní momenty měřit od horní části spojky ( člen 45 viz.obr 7 ) po přístroj pletacího stroje ( člen 8 viz.obr. 7 ).

#### **4. 1. 1. Hodnoty pasivních momentů pro oblast od členu 45 po člen 8 ( viz obr. 7)**

Tab. 1 částečné pasivní momenty

č.	POLOHA ZÁMKŮ	DÉLKA RAMENE [ m ]	SÍLA [ N ]	MOMENT	HODNOTA [ N.m ]
1	Vyřazené	0,0467		Pasivní	0,07
2	Zařazené	0,1267	1,5	Pasivní + od zámků	0,19

## 4. 2. Určení parametrů pro výpočet

### 4. 2. 1. Momenty setrvačnosti k ose rotace

Tab.2 Momenty setrvačnosti

JMÉNO a OZNAČENÍ SOUČÁSTI		MOMENT SETRVAČNOSTI K OSE ROTACE I [kg.m <sup>2</sup> ]	OZNAČENÍ MOMENTU SETRVAČNOSTI
Kladka	45	$1,69 \cdot 10^{-8}$	$I_{K45}$
Pero	5	$1,16 \cdot 10^{-8}$	$I_{P5}$
Matice	45	$1,65 \cdot 10^{-6}$	$I_{M45}$
Unašeč	45	$3,47 \cdot 10^{-5}$	$I_{U45}$
Pero (2)	45	$1,55 \cdot 10^{-7}$	$I_{P(2)45}$
Ozubené kolo	7	$1,49 \cdot 10^{-4}$	$I_7$
Ozubené kolo	5	$1,52 \cdot 10^{-4}$	$I_5$
Ozubené kolo	6	$1,97 \cdot 10^{-4}$	$I_6$
Hřídel	45	$1,63 \cdot 10^{-5}$	$I_{H45}$
Spojka	45	$1,47 \cdot 10^{-5}$	$I_{S45}$
Pero	45	$7,61 \cdot 10^{-8}$	$I_{P45}$
Ozubené kolo	4	$2,27 \cdot 10^{-4}$	$I_4$
Náboj	7	$4,89 \cdot 10^{-5}$	$I_{N7}$
Hřídel	23	$72,6 \cdot 10^{-6}$	$I_{H23}$
Náboj	8	$1,65 \cdot 10^{-6}$	$I_{N8}$
Osa	78	$2,96 \cdot 10^{-6}$	$I_{N78}$
Talíř	8	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$I_8$
Ozubené kolo	3	$1,93 \cdot 10^{-5}$	$I_3$
Pero	7	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$I_{P7}$
Pero	4	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$I_{P4}$
Ozubené kolo	2	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$I_2$

Hodnoty momentů setrvačnosti byly vypočteny programem Pro/Engineer, z modelů které byly v tomto programu vytvořeny. Označení jednotlivých dílů se vztahuje na obr. 7

## Úhlové zrychlení

Úhlové zrychlení  $\varepsilon$  bylo změřené na přístrojovém hřídeli 78 ( viz. obr. 7 ) díky možnosti snadného připojení inkrementálního snímače polohy

$$\varepsilon = 65 [\text{s}^{-2}]$$

### 4. 2. 2. Určení momentů setrvačnosti k jednotlivým pevným osám náhonu

Momenty setrvačnosti k jednotlivým osám jsou dány součtem dílčích momentů setrvačnosti jednotlivých součástí, vztahující se k těmto osám.

$$I_{78\text{CELK}} = I_{N78} + I_8 + I_7 + I_{N8} + I_{P7} + I_{N7}$$

$$I_{45\text{CELK}} = I_{K45} + I_{P5} + I_{M45} + I_{U45} + I_{P(2)45} + I_5 + I_{H45} + I_{S45} + I_{P45} + I_4 + I_{P4}$$

$$I_{23\text{CELK}} = I_{H23} + I_3 + I_2$$

Osa 6 je pevná s volně vloženým kolem o momentu setrvačnosti

$$I_{6\text{CELK}} = I_6$$

Kde :

$I_{78\text{CELK}}$ ,  $I_{6\text{CELK}}$ ,  $I_{45\text{CELK}}$ , a  $I_{23\text{CELK}}$ .....jsou celkové momenty setrvačnosti k jednotlivým osám rotace

$I_{N78}$ ,  $I_8$ ,  $I_7$ ,  $I_{N8}$ ,  $I_{P7}$ ,  $I_{N7}$ ,  $I_{K45}$ ,  $I_{P5}$ ,  $I_{M45}$ ,  $I_{U45}$ ,  $I_{P(2)45}$ ,  $I_5$ ,  $I_6$ ,  $I_{H45}$ ,  $I_{S45}$ ,  $I_{P45}$ ,  $I_4$ ,  $I_{P4}$ ,  $I_{H23}$ ,  $I_3$  a  $I_2$  .....jsou momenty setrvačnosti jednotlivých součástí k osám rotace

### 4. 3. Výpočet dynamických momentů

Obecný tvar pro výpočet dynamického momentu

$$M_D = I \cdot \varepsilon \quad (4.2)$$

Kde:

$M_D$ ....je dynamický moment

$I$ .....je celkový moment setrvačnosti k ose

$\varepsilon$ .....je maximální úhlové zrychlení



#### 4. 3. 1. Výsledky dynamických momentů

Tab.3 Dynamické momenty

Osa	Dynamický moment	Hodnota [ N.m]
78	$M_{D78}$	$2,78 \cdot 10^{-2}$
6	$M_{D6}$	$2,90 \cdot 10^{-2}$
45	$M_{D45}$	$2,33 \cdot 10^{-1}$
23	$M_{D23}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Celkový dynamický moment		$3,02 \cdot 10^{-1}$

Pozn.: Celkový dynamický moment v tabulce 3, je součet jednotlivých momentů k daným osám

#### 4. 4. Výpočet momentů valivého odporu a momentů čepového tření

Metoda výpočtu : kinetostatické řešení

Podstata řešení :

D'Alembertův princip spočívá v nahrazení jednotlivých dynamických účinků působících na těleso skutečnými silami ( $D = m \cdot a$ ) a momenty ( $M_D = I \cdot \varepsilon$ ). Tím je převedena úloha dynamická na úlohu statickou. Jednotlivá tělesa se uvolní a připojí se reakce. Kromě působení vnějších sil současně působí i síly dynamické.

Pozn.: Síly mezi jednotlivými ozubenými koly jsou zjednodušené, složka radiální je zanedbaná a do výpočtu je zahrnuta složka tečná. Reakce v uložení byly získány z momentových a složkových rovnic statiky.

Obecný tvar pro výpočet valivého odporu

$$M_v = \xi \cdot R \quad (4.3)$$

Kde :  $M_v$ ...je moment valivého odporu

$\xi$ .....je rameno valivého odporu

$R$ ..... je reakce v ložisku

Obecný tvar pro výpočet momentu čepového tření

$$M_{\check{c}} = r_{\check{c}} \cdot f_{\check{c}} \cdot F \quad (4.4)$$

Kde :  $M_{\check{c}}$ .... je moment čepového tření

$r_{\check{c}}$  .....je poloměr čepu

$f_{\check{c}}$  .....je součinitel čepového tření

$F$  ..... je síla na ozubeném kole

Obecný tvar pro výpočet síly na ozubeném kole

$$F = \frac{M_D}{r} \quad (4.5)$$

Kde :  $F$ .....je síla na ozubeném kole

$M_D$ ...je dynamický moment

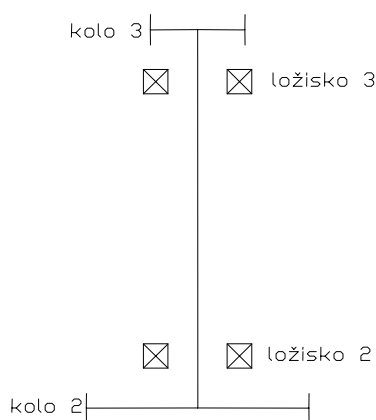
$r$ .....je poloměr ozubeného kola

Tab.4 Hodnoty součinitele čepového tření a ramene valivého odporu

$f_{\check{c}}$	0.09
$\xi$	$0.09 \cdot 10^{-3} \text{ [m]}$

## OSA 23

Hřídel 23 je uložen ve dvou radiálních kuličkových ložiskách (viz. obr. 10)



Obr. 10 Schéma osy 23

### 4. 4. 1. Výpočet momentu valivého odporu hřídele 23

$$M_{V23} = M_{V2} + M_{V3}$$

Kde:

$M_{V23}$ .....moment valivého odporu hřídele 23

$M_{V2}$ .....moment valivého odporu na ložisku 2

$M_{V3}$ .....moment valivého odporu na ložisku 3

Tab.5 síly na kolech 2;3

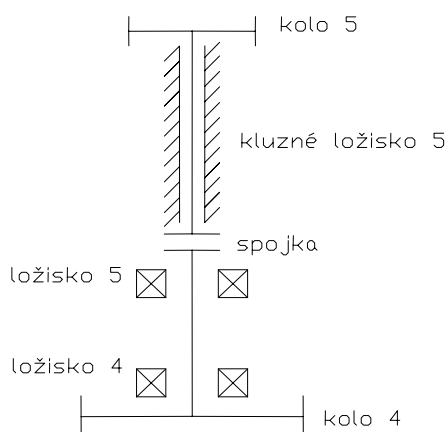
	Síly působící na ozubených kolech 2;3	Hodnota [N]
<b>kolo 2</b>	$F_2$	4,07
<b>kolo 3</b>	$F_3$	11,5

Tab.6 reakce v ložiskách 2;3

Reakce v ložiskách 2;3	Hodnota [N]
$R_2$	4,4
$R_3$	11,2

## OSA 45

Hřídel 45 je částečně uložen ve dvou radiálních kuličkových ložiskách a zbývající část v kluzném ložisku. Spodní část hřídele tzn. od spojky ke kolu 4 je uložena v radiálních kuličkových ložiskách a zbývající část v kluzném ložisku (viz. obr. 11).



Obr. 11 Schéma osy 45

### 4. 4. 2. Výpočet momentu valivého odporu a čepového tření hřídele 45

$$M_{V45} = M_{V4} + M_{V5}$$

$$M_{\check{C}45} = r_{\check{C}5} \cdot f_{\check{C}} \cdot F_5$$

Kde:

$M_{V45}$ ...je moment valivého odporu hřídele 45

$M_{V4}$ ...je moment valivého odporu na ložisku 4

$M_{V5}$ ...je moment valivého odporu na ložisku 5

$M_{\check{c}45}$ ...je moment čepového tření na kluzném ložisku 5

$r_{\check{c}5}$ ...je poloměr hřídele 5

$f_{\check{c}}$  ...je součinitel čepového tření

$F_5$ .... je síla na kole 5

Tab.7 síly na kolech 4;5

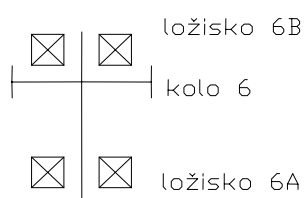
	Síly působící na ozubených kolech 4;5	Hodnota [N]
<b>kolo 4</b>	$F_4$	0,7
<b>kolo 5</b>	$F_5$	0,805

Tab.8 reakce v ložiskách 4;5

Reakce v ložiskách 4;5	Hodnota [N]
$R_4$	2,5
$R_5$	0,9

## OSA 6

Hřídel 6 je pevný s vloženým kolem, které je uloženo na hřídeli pomocí dvou radiálních kuličkových ložisek ( viz. obr. 12 )



**Obr. 12 Schéma osy 6**

### 4. 4. 3. Výpočet momentu valivého odporu hřídele 6

$$M_{V6} = M_{V6A} + M_{V6B}$$

Kde :  $M_{V6}$ .....je moment valivého odporu hřídele 6

$M_{V6A}$ ....je moment valivého odporu na ložisku 6A

$M_{V6B}$ ....je moment valivého odporu na ložisku 6B

Tab.9 síla na kole 6

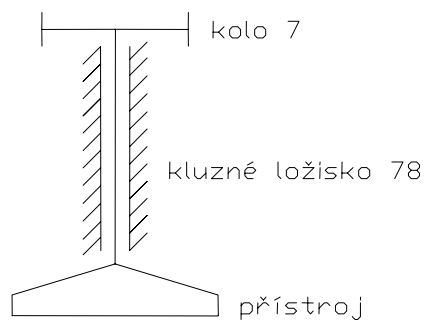
	Síla působící na ozubeném kole 6	Hodnota [N]
<b>kolo 6</b>	$F_6$	0,34

Tab.10 reakce v ložiskách 6A ; 6B

Reakce v ložiskách 6A;6B	Hodnota [N]
$R_{6A}$	0,12
$R_{6B}$	0,58

## OSA 78

Hřídel 78 je uložen v kluzném ložisku ( viz. obr. 13 )



Obr. 13 Schéma osy 78

### 4. 4. 4. Výpočet momentu čepového tření hřídele 78

$$M_{\check{C}78} = r_{\check{C}78} \cdot f_{\check{C}} \cdot F_7$$

Kde:

$M_{\check{C}78}$ ....je moment čepového tření na kluzném ložisku 78

$r_{\check{C}78}$ ....je poloměr hřídele 78

$f_{\check{C}}$  ....je součinitel čepového tření

$F_7$ .... je síla na kole 7

Tab.11 síla na kole 7

	Síla působící na ozubeném kole 7	Hodnota [N]
<b>kolo 7</b>	$F_7$	0,78

#### 4. 4. 5. Vypočtené hodnoty momentů valivých odporů a momentů čepového tření

Tab.12 Momenty valivých odporů a momentů čepového tření

Osa	Moment valivého odporu [N.m]	Moment čepového tření [N.m]
23	0,0014	
45	0,000381	0,0006
6	0,000054	
78		0,00058
Součet jednotlivých odporů		<b>0,00302 [N.m]</b>

#### 4. 4. 6. Hodnoty výsledku měřených a vypočtených pasivních momentů při nezařazených zámcích (od spojky k přístroji, viz.obr.7 )

Tab.13 Měřené a vypočtené pasivní momenty

Dáno	Moment [N.m]	Hodnota [N.m]
Měřením	Pasivní celkový	0,07
Výpočtem	Pasivní v uložení	0,0013

#### 4. 4. 7 Hodnoty celkových odporových momentů pro část výklopného ramene (od spojky k přístroji, viz.obr.7 )

Tab. 14 Celkové odporové momenty

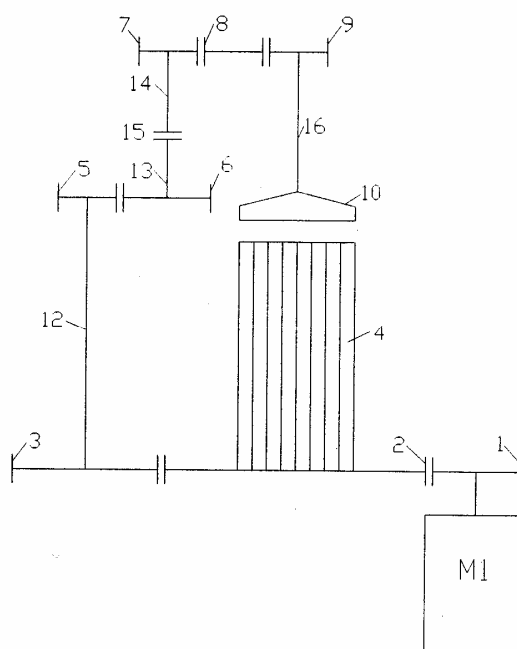
STAV	POLOHA ZÁMKŮ	ODPOROVÝ MOMENT	HODNOTA [ N.m ]
Rozběh	Vyřazené	dynamický + pasivní	0.124
Běh	Zařazené	od zámků + pasivní	0,19

Pozn.: V tab.14 je dynamický moment dán výpočtem a momenty od zámků a pasivní jsou dány měřením.

## 5. Sledování možností individuálního náhonu přístroje

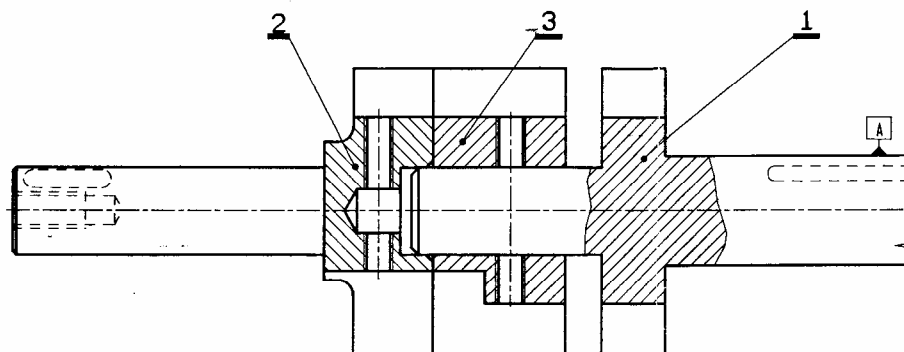
### 5.1. Úvod do problematiky náhonu přístroje

V rešerši je uvedeno, že přístroj pletacího stroje ANGE 12 je v soustavě ozubených kol a hřídelů vázán s pohybem jehelního válce a je pevně osazen stříhacím kotoučem. Stříhací kotouč je používán při výrobě vícekrát, než přístroj pletacího stroje. Nabízí se stav, ve kterém by rotační pohyb přístroje pletacího stroje nebyl pevně vázán na stříhací kotouč a tyto díly by byly používány jen tehdy, když budou opravdu potřeba. Takže na stroji ANGE 12



**Obr. 14 Schéma pohonu pletacího stroje ANGE 12**

se tato úloha může řešit následujícím způsobem. V případě nepotřeby přístroje pletacího stroje se rozpojí spojka (15) viz. obr. 14 a bude poháněn pouze jehelní válec(4), ale víme, že tento krok nemůžeme udělat, pokud nebude poháněn stříhací kotouč nezávisle na přístroji pletacího stroje. Úkol této úlohy spočívá v navržení modelu zařízení, které bude vykonávat rozpojení spojky.



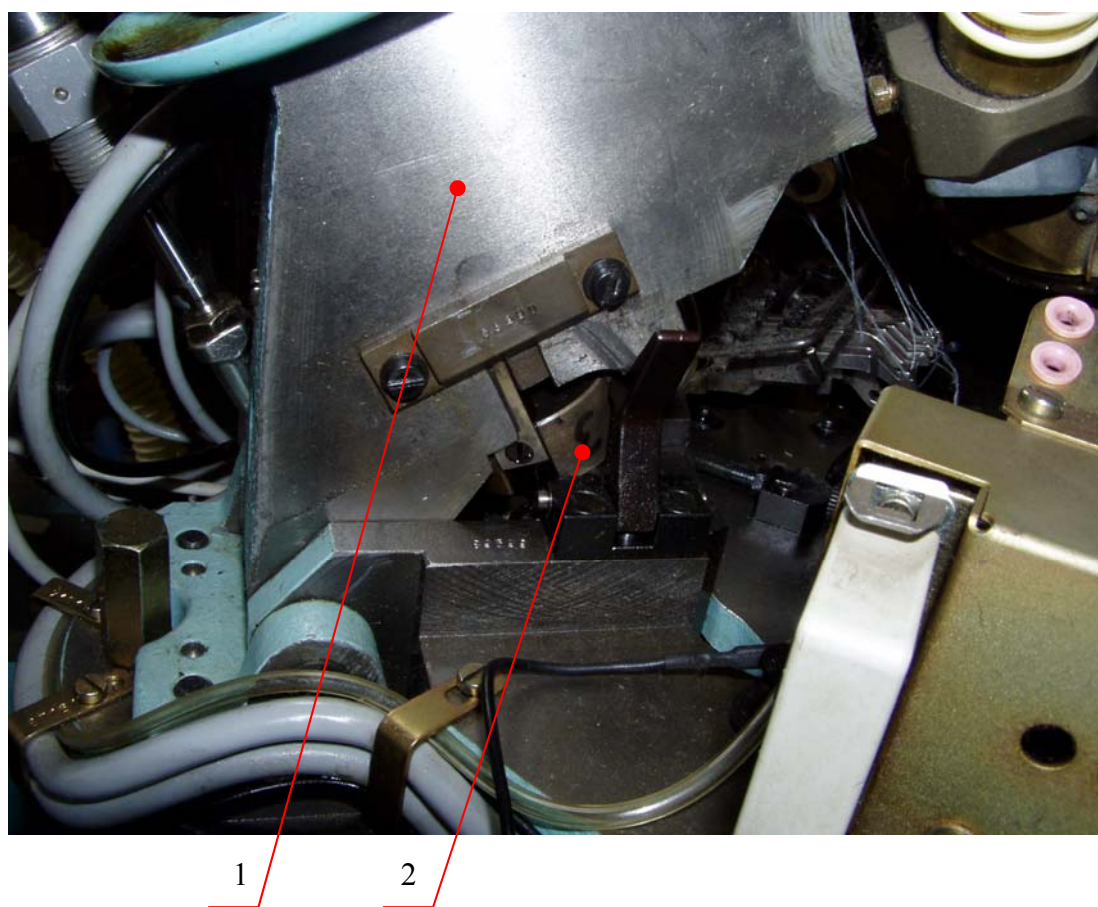
**Obr. 15 Spojka stroje ANGE12**

## **5.2. Popis funkce spojky a konstrukční úpravy stroje**

Na obrázku 15 je zobrazená spojka stroje ANGE 12 ve vodorovné poloze . Skládá se ze tří částí: hřídel - pozice 1, spojka - pozice 2 a unašeč - pozice 3. Nejvýznamnější část spojky, přesněji část která se bude ovládat je pozice 3 - unašeč. Ten je upraven, tak že jeho délka se zvětší o 4 [mm], původní průměr 39 [mm] bude 40 f7 [mm], pro nasazení ložiska 7008 (Typ 72 – Rozměrová skupina 10, jedná se o dvouřadé, výklopné, radiální ložisko), to se bude opírat vnitřním kroužkem o osazení, které bude další úpravou unašeče. Po těchto úpravách vyplývají nutné úpravy výklopného ramene, z hlediska vytvoření prostoru pro větší průměr a osazení unašeče, ale také pro vstup ovládací páky a drobné upravení spojky, vyplývající ze zvětšení délky unašeče. Ovládací páka se opírá o vnější kroužek ložiska a to se posouvá s unašečem směrem nahoru a ten urazí dráhu 8 [mm] do polohy rozpojení, přesněji to je mezera mezi unašečem (3) a hřídelí (1) v poloze spojené. Krouticí moment je přenášen třemi členy (“kameny”). Jeden z těchto třech kamenů se liší od ostatních naváděcím kolečkem. Tyto kameny, kterými je osazena spojka (2) zapadají do třech drážek na unašeči, jedna z drážek je odlišná a má prostor pro kámen s naváděcím kolečkem. Tímto způsobem přenosu krouticího momentu získáme přesné nastavení přístroje pletacího stroje vůči jehelnímu válci. Kameny jsou vysoké 5.5 [mm], při rozepnutí spojky se získá vzdálenost mezi kameny a unašečem (3) 2.5 [mm], takže přenos krouticího momentu je bez problémů přerušen.

Pozn.: Konstrukční úpravy unašeče viz. příloha 1, výkres JS\_02\_U





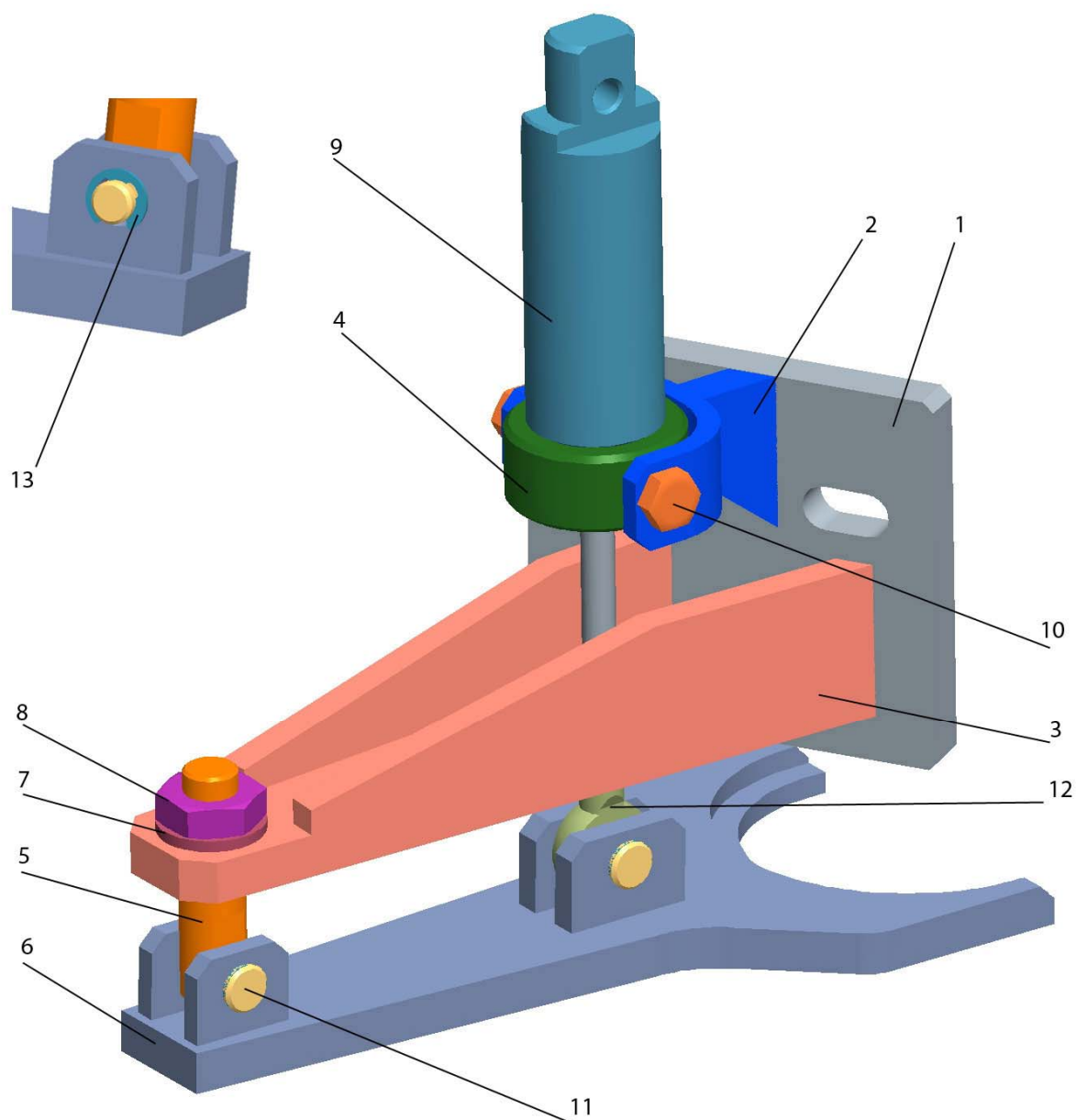
**Obr. 16 výklopné rameno stroje ANGE 12**

1 – montážní plocha

2 - unašeč

### **5. 3. Návrh ovládacího zařízení**

Na obrázku 16 je část ramene, přesněji montážní plocha ( pozice 1), kde bude doplňkové zařízení, které bude ovládat unašeč spojky nainstalované. Návrh doplňkového zařízení, je velmi omezen prostorem, ve kterém se při ovládání bude nacházet. Proto všechny součásti přivařené na desce, která leží na montážní ploše jsou vykloněna o 30° od polohy kolmé k desce. Na počátku návrhu ovládacího zařízení, se rozhodovalo mezi posuvným pohybem nebo otočným pohybem páky. Při volbě varianty posuvného pohybu páky, by zařízení muselo splňovat podmínku velké tuhosti zařízení na relativně malé celkové rozměry zařízení,



**Obr. 17** Doplnkově ovládací zařízení unašeče  
( s otočným pohybem páky )

*Popis obrázku :* 1 – DESKA

2 - OBJÍMKA

3 – RAMENO

- 4 – OČKO
- 5 – ŠROUB S DÍROU
- 6 – PÁKA
- 7 – PODLOŽKA
- 8 - MATICE
- 9 – PNEUMATICKÝ VÁLEC
- 10 – ŠROUB M6
- 11 – ČEP
- 12 – OKO PÍSTNICE
- 13 – POJISTNÝ TRŽENOVÝ KROUŽEK

které jsou podmíněné omezeným prostorem, také náročnost výroby vedení, které by zaručovalo bezpečný a spolehlivý posuv páky. Oproti volbě zařízení s otočným pohybem páky má i určité výhody. Celkové rozměry zařízení jsou menší takže klesne objem použitého materiálu. Dále ovládací páka je kolmá na montážní plochu, takže při úpravě skříně( výklopné rameno ) pro její vstup se odebere menší část materiálu tzn. menší konstrukční vrub , než v případě otočného pohybu páky, která vstupuje po úhlem 30° od roviny kolmé na montážní plochu. Také v použití ložiska se také nachází snížení nákladů, protože se může použít klasické radiální jednořadé ložisko. Při zvážení všech kladů a záporů těchto řešení, se realizuje řešení s otočným pohybem páky.

#### **5. 4. Postup montáže doplňkového ovládacího zařízení**

Na zařízení nejsou vytvořeny otvory pro přístup maziva, protože zařízení má sloužit pro odzkoušení, ne pro trvalý provoz. Proto při kompletaci zařízení, je nutné třecí plochy řádně ošetřit vhodným mazacím tukem.

V prvním kroku montáže doplňkového zařízení, musí být provedeny veškeré konstrukční úpravy skříně stroje tj. vytvoření prostoru pro překonstruovaný unašeč spojky a vstup ovládací páky. Dále je nutná drobná úprava spojky, kvůli změně unašeče.

Ve druhém kroku se usadí doplňkové zařízení do pracovní polohy tj. styková část páky ( čelní plocha kruhové vybrání ) se bude opírat vnější kroužek ložiska a

vnější plocha desky bude ležet na montážní ploše. Po těchto všech krocích je nutné zjistit polohu děr, pro které jsou na ploše desky vyfrézované drážky. Pro určení správné polohy děr je nutné znát polohu svislého hřídele ( pozice 14 – obr.14 ), aby nedošlo při tvorbě děr k porušení hřídele. Po zjištění poloh, je vhodná díra se závitem M8 s maximální možnou délkou a k tomu odpovídající šrouby.

Po instalaci zařízení nám vznikne vzájemná fixace dílů. Ta bude dovolovat, otočný pohyb páky, posuvný a rotační pohyb unašeče a mírný otočný pohyb pneumatického válce v objímce. Do válce se přivede vzduch o tlaku 0.6 Mpa ( 6 atm.), spojka se dostane do polohy rozepnuté. Pro zpětné sepnutí spojky je nutný pokles tlaku ve válci a posuv unašeče do polohy sepnuté je realizován pružinou působící silou cca 60 N na unašeč.

#### **5. 4. 1 Technické parametry dílů doplňkového zařízení pro objednávku**

*Pneumatický válec* : Firma STRÁNSKÝ A PETRŽÍK pneumatické válce  
s.r.o, katalog pneumatických prvků

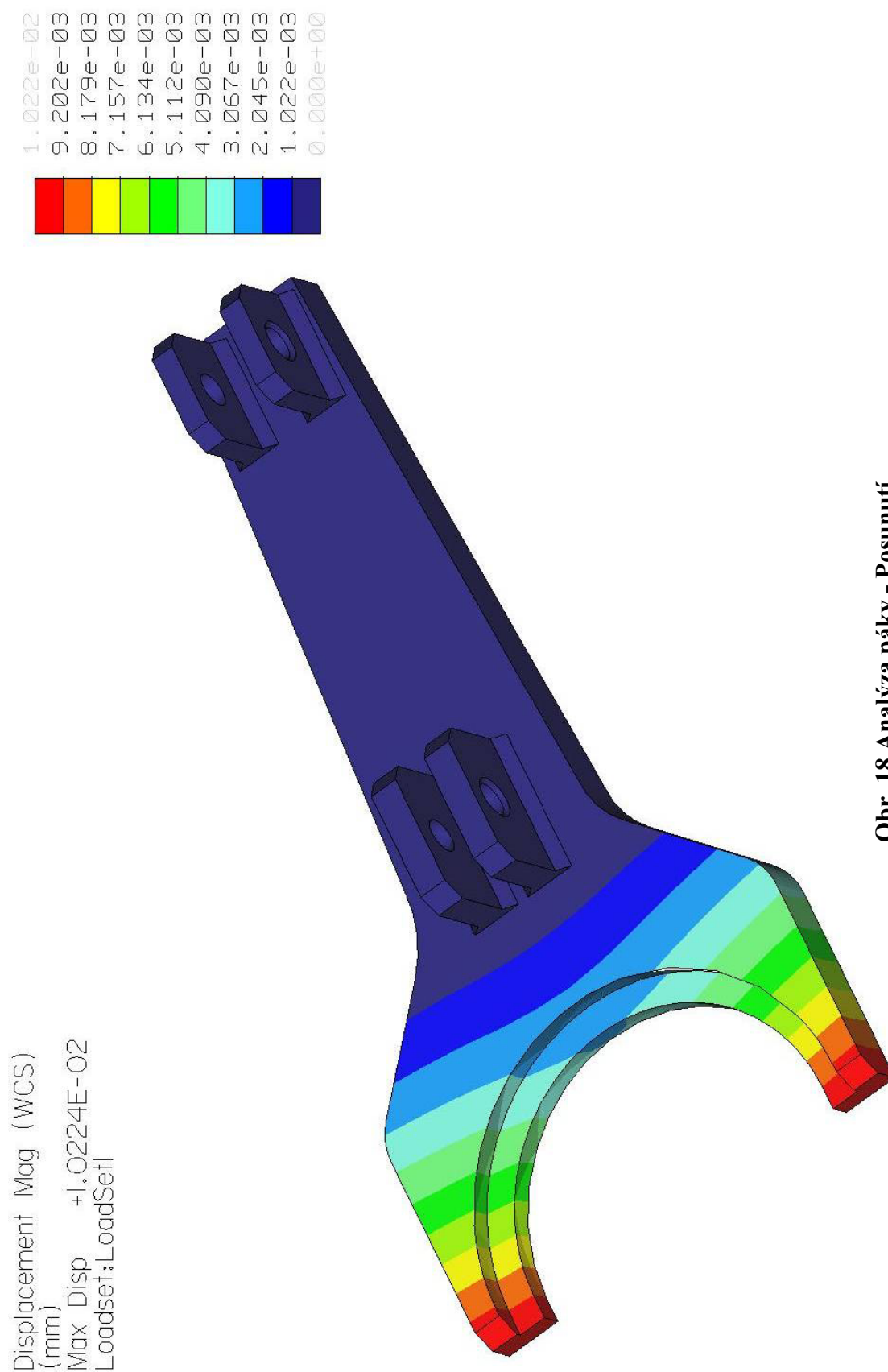
- válec dvojčinný bez tlumení ( nelze pro tento rozměr válce použít tlumení )
- DIN ISO 6432
- průměr pístu 16 [ mm ]
- vysouvací síla 121 [ N ], při 0,6 [ MPa ]
- zasouvací síla 102 [ N ], při 0,6 [ MPa ]
- zdvih 33 [ mm ]

*Objednací kód* 11001 00 00 016 0033

*Kloubová hlavice* : Firma Festo, katalog pneumatických prvků 98

- DIN 8139 rozměrová řada K podle DIN 648
- typ SGS, se šestihrannou maticí podle DIN 489
- označení čísla dílu : 9254, typ SGS – M6, mat. ocel

## 5. 5. Pevnostní kontrola ovládací páky



Obr. 18 Analýza páky - Posunutí



Obr. 19 Analýza páky – Napětí

## 6. Závěr

V úvodní části je popsána historie a vývoj pletacích strojů, následují ukázky a popis používaných pohonů přístroje pletacích strojů a jejich zhodnocení z hlediska výhod a možnosti použití. Následuje stanovení namáhání náhonu z hlediska určení pasivních odporů ve vybraných oblastech. Hlavní náplní byl návrh ovládaní spojky k vyřazení činnosti části náhonu.

Měřením byly zjištěny celkové pasivní momenty na soukolí výklopného ramene. V případě početního řešení se dají zjistit v celém náhonu pasivní odpory v uložení hřídelů. Stanovení povrchového stavu třecích ploch a druh použitého maziva je problematické a určení hodnot součinitele čepového tření a ramene valivého odporu bylo zvoleno na základě tabulkových hodnot. Charakter měření odpovídá teoretickému řešení a odchylky jsou dány vlivem zjednodušení teoretického řešení.

V poslední části byl proveden návrh zařízení k ovládaní spojky unašeče, při návrhu zařízení se musel zohlednit omezený pracovní prostor, ve kterém zařízení bude pracovat. Zásadním krokem při návrhu zařízení byla volba pohybu ovládací páky (otočný / posuvný), od toho se významně odvíjejí konstrukční úpravy stroje. S ohledem na jednoduchost a spolehlivost řešení byl zvolen otočný pohyb. Na závěr byla provedena pevnostní kontrola páky, která ukázala, že tato součást je dostatečně dimenzovaná pro dané zatížení.

## 7. Seznam použité literatury

- 1) Novotný, P.: Pohon přístroje pletacího stroje ANGE 12,  
Liberec, Diplomová práce, Katedra textilních a oděvních strojů 2002
- 2) Šalov, I. I. : Okrúhle pančuchové stroje  
Bratislava, Slovenské vydavateľstvo technickej literatury 1956
- 3) Daněk, V.: Stroje a technologie osnovního pletení  
Liberec, VŠST 1984
- 4) A. Bolek, J. Kochman a kol.: Části strojů, svazky 1;2  
Praha, SNTL – Nakladatelství technické literatury 1989
- 5) Výkresová dokumentace stroje ANGE 12, Uniplet Třebíč a.s
- 6) Internetové stránky Firmy Uniplet Třebíč a.s,  
[www.uniplet.cz](http://www.uniplet.cz)